

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-256143

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl.⁴
H 0 1 L 21/027
G 0 3 F 7/20

識別記号
5 2 1

F I
H 0 1 L 21/30 5 1 5 B
G 0 3 F 7/20 5 2 1
H 0 1 L 21/30 5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-70894

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月10日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 宮井 恒夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 馬込 伸貴

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

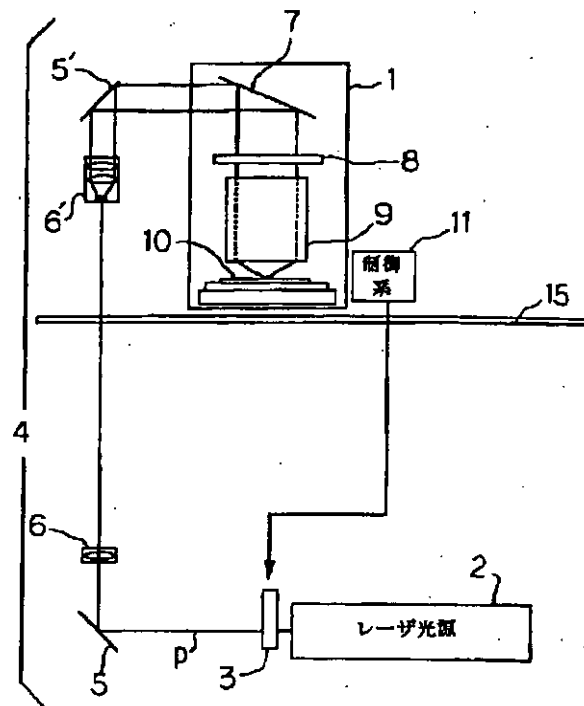
(74) 代理人 弁理士 井上 義雄

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 照明光学系における光学要素の劣化を防止するとともに、装置のメンテナンス性を向上させた露光装置を提供する。

【解決手段】 この露光装置は、光源2から射出されたパルス光を所定パターン形成されたマスク8に照明するための照明光学系4を備え、照明されたマスクの所定パターンを感光基板10に露光する露光装置において、光源2は照明光学系4とは独立して配置されており、光源側にパルス光を減光する減光手段3を配置している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から射出されたパルス光を所定パターン形成されたマスクに照明するための照明光学系を備え、前記照明されたマスクの所定パターンを感光基板に露光する露光装置において、

前記光源は前記照明光学系とは独立して配置されており、前記光源側に前記パルス光を減光する減光手段を配置したことを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記照明光学系は複数の光学要素を備えており、前記複数の光学要素の少なくとも一部は石英または蛍石であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】 前記減光手段がNDフィルタから構成される請求項1または2記載の露光装置。

【請求項4】 前記減光手段が前記光源の光軸と直交する方向に回転し、この回転中心が前記光軸に対して偏心している請求項1、2または3記載の露光装置。

【請求項5】 前記減光手段の光透過率が可変である請求項1、2、3または4記載の露光装置。

【請求項6】 前記露光装置本体は床面に配置されており、前記光源は前記床面の下方に配置されていることを特徴とする請求項1～5いずれかに記載の露光装置。

【請求項7】 前記光源がエキシマレーザである請求項1～6いずれかに記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子や液晶表示デバイス等をフォトリソグラフィ工程で製造する際に使用される、マスクパターンを感光基板上に露光するための露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、レーザ光源から射出されたパルス光を所定パターン形成されたマスクに照明するための照明光学系を備え、照明されたマスクの所定パターンを感光基板に露光する露光装置において、光源からのレーザ光の透過光量を所定の透過光量に制御するNDフィルタ(neutral density filter)が照明光学系の途中の光路、または照明光学系とマスクとの間に設置されていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来の技術においては、照明光学系とマスクとの間にレーザ光の透過率を制御するNDフィルタを設置しているので、照明光学系に減衰されていないレーザ光が直接入射する。このため、過剰なエネルギーの光が照明光学系を構成する光学要素を照射するため、レーザ光によって照明光学系の光学要素の劣化が著しくなる可能性が考えられる。例えば、光学要素の屈折率の変化やコーティングの悪化である。近年、露光装置の光源が短波長化していく中で、パルス発振するエキシマレーザに代表されるレーザ光源に

その主流が移ってきているため、パワーの強いエキシマレーザ光を透過させるための光学材料の耐久性が問題となっており、かかる照度劣化に対する対策が要求されている。

【0004】また、レーザ光源が露光装置本体と切り離されて床下部分に設置される場合、照明光学系全体の配置構成が長くなるため、レーザ光の照射エネルギーによって光学要素の劣化が生じて部分交換を行う際に、そのメンテナンスに手間がかかり、メンテナンス性が悪いという問題が生じてしまう。即ち、レーザ光による光学要素の照度劣化の及ぶ範囲は、床下のレーザ光源から上部の露光装置本体のところまで広範囲にわたっているため、交換しなければならない部品の数も多く作業性が悪い。

【0005】本発明の目的は、照明光学系における光学要素の劣化を防止するとともに、装置のメンテナンス性を向上させた露光装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的達成のため、一実施の形態を表す図1に対応付けて説明すると、本発明は、光源(2)から射出されたパルス光を所定パターン形成されたマスク(8)に照明するための照明光学系(4)を備え、前記照明されたマスクの所定パターンを感光基板(10)に露光する露光装置において、前記光源は前記照明光学系とは独立して配置されており、前記光源側に前記パルス光を減光する減光手段(3)を配置したことを特徴とする。

【0007】本発明によれば、光源が照明光学系とは独立して配置され、減光手段が光源側に配置されているので、光源から射出されたパルス光が減光されて照明光学系に入射する。このように減光手段を光源側に配置して、照明光学系の保護を図ることができる。そして、この減光は、感光基板を感光するのに必要かつ十分な光量になる程度まで可能であるから、パルス光が不必要な過剰エネルギーを持たない。従って、このパルス光が照明光学系を構成する光学要素を照射するから、光学要素が過剰なエネルギーのパルス光に照射されて劣化することはなく、光学要素の耐久性を向上させることができる。このため、レーザ光の照射による劣化が及ぶ範囲を光源近傍の一部分に限定することが可能となるので、メンテナンスの行われる場所が限定され、装置のメンテナンス性を向上させることができる。

【0008】また、前記照明光学系は複数の光学要素を備えている場合、前記複数の光学要素の少なくとも一部が石英または蛍石から構成されることが好ましい。特に、パルス光が短波長化した場合、光学要素の材料には高価な石英または蛍石が用いられることが多いが、本発明によれば、これらの高価な材料からなる光学要素の耐久性を向上させることができるのでコスト的に有利である。

【0009】また、前記減光手段がNDフィルタから構

成されることが好ましい。NDフィルタによれば、入射光の成分を変えることなく、透過光量を減少させることができる。

【0010】また、前記減光手段が前記光源の光軸と直交する方向に回転し、この回転中心が前記光軸に対して偏心している構成とすることにより、光源からパルス光が射出している間、減光手段の一部分にのみ光源からのパルス光が照射されて減光手段の一部分のみが劣化されることを防止でき、減光手段自体の耐久性を向上させることができる。

【0011】また、前記減光手段の光透過率が可変であるように構成すると、最適な光量で露光を常時行うことが可能となる。

【0012】また、前記露光装置本体を床面に配置し、前記光源を前記床面の下方に配置することにより、床下に配置されている光源付近の光学要素のみを交換する構成にすることができる。このため、光源近傍の比較的作業の容易な場所のみにおいてメンテナンスが行われるので、メンテナンス性の向上を図ることができ、また、光源は露光装置本体と床面で隔離されているため、露光装置本体が設置される部屋の環境の清浄度をメンテナンスの実行により悪化させてしまうことはなく、有利である。

【0013】また、前記光源がエキシマレーザであると、短波長のパルスレーザ光を得ることができて好ましい。一方、エキシマレーザはパワーが強く、照明光学系の光学要素を劣化させ易いが、本構成の露光装置によれば、かかるエキシマレーザを採用したことの問題点を解消できる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明に係わる実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施の形態の露光装置全体の概略的構成を示す図である。この露光装置は、ステップアンドリビート方式またはステップアンドスキャン方式の露光装置本体1、パルス光を射出するレーザ光源2、及び照明光学系4を備える。

【0015】レーザ光源2は、床15上に設置される装置本体1と切り離されて、床15の下方に設置されている。レーザ光源2は、ArFエキシマレーザから構成され、例えば、レーザ発信周波数1KHz、パワー10W、15パルス/秒、ビーム寸法3×10mmのものである。ArFエキシマレーザは、中心波長が192～193nmである。また、KrFエキシマレーザも使用でき、その中心波長は248nmである。

【0016】照明光学系4は、レーザ光源2からの光を折り曲げるミラー5、レンズ群6、6'、及び光を装置本体1方向に折り曲げるミラー5'を備える。これらの光学要素は、石英または蛍石から構成される。ミラー5及びレンズ6は床下に配置されている。

【0017】露光装置本体1は、ミラー5'からの光を

折り曲げるダイクロイックミラー7、照明光学系4からの光により照明される所定パターン形成されたマスク8、及び照明されたマスク8の所定パターンを感光基板であるウエハ10に投影して露光する投影光学系9を備える。

【0018】レーザ光源2の光軸p上であって、光源2と照明光学系4のミラー5との間にはフィルタ装置3が配置されている。図2によりフィルタ装置3を説明する。図2は、フィルタ装置3の正面図(a)及び側面図(b)である。

【0019】図3(a)に示すように、フィルタ装置3は、異なる光透過率を選択できるように複数の円盤状のNDフィルタ3a、3b、3c、3d、3e、3fを備える。これらの複数のNDフィルタ3a～3fは円盤状回転部材13に等間隔に取り付けられている。この円盤状回転部材13は回転軸13aを中心に回転手段(図示省略)により回転可能に構成され、図1に示す制御系11からの信号に基づき図2(a)の矢印両方向に回転軸13aを中心に回転する。フィルタ装置3は、レーザ光源2の光軸pが例えば図3(b)に示すようにNDフィルタ3aを通るように設置される。そして、円盤状回転部材13を光軸pがフィルタ3b～3fのいずれかを通るように回転軸13aを中心に回転させることにより、任意のNDフィルタに切り替えることができる。

【0020】フィルタ装置3では、複数のNDフィルタ3a～3fを、例えば光透過率40～90%のうちの任意の値のものを順に並べており、光透過率を複数段階に切り替えることができる。この切替は制御系11からの信号に基づいて行われる。このようにフィルタ装置3は、異なる光透過率をもつNDフィルタを選択することができるいわゆるレボルバタイプに構成されている。なお、NDフィルタは、どの波長光に対しても一様に吸収する中性濃度のフィルタであって、入射光の成分を変えることなく、透過光量を減少させる機能を有するものである。

【0021】また、円盤状回転部材13に取り付けられた各フィルタ3a～3fは、取り外しが容易な構成とされており、他の任意の光透過率のフィルタと逐次交換可能なため、フィルタ装置3は、所望の光透過率のフィルタに交換することが可能な構成である。また、フィルタ装置3自体を他の光透過率を持つ複数のNDフィルタから構成された別のフィルタ装置に切替が可能のように構成することもできる。このようにして、NDフィルタの光透過率を選択でき、任意の光透過率のNDフィルタを使用して露光を行うことができる。

【0022】次に、上述のような露光装置の動作について説明する。露光装置本体1から切り離されて床下に設置されているレーザ光源2から光軸pに沿って出射されたレーザ光は、NDフィルタ装置3を通り、照明光学系4に入射する。照明光学系4に入射した光は、ミラー

5、レンズ6、6'、及びミラー5'の光学要素を介して、照明光として露光装置本体1に入り、ダイクロイックミラー7によって向きを変えられ、マスク8に形成されているマスクパターンを照明し、その照明されたマスクパターンが投影光学系9を介して一括方式またはスリットスキャン方式でウエハ10に逐次、投影されて露光される。

【0023】この場合、フィルタ装置3においては、制御系11からの指令によって所望の光透過率を持つNDフィルタ3a～3fが選択されている。従って、レーザ光源2から射出されたパルス光が所望の光量に減光されて照明光学系4に入射する。また、制御系11によって、どの光透過率のNDフィルタが円盤状回転部材13に取り付けられているか、どのNDフィルタを使用しているかを、常時把握し、必要に応じてNDフィルタを切り替えるように制御できる。このため、露光装置本体1において常に最適な光量で露光を行うことができる。

【0024】以上のように、本実施の形態における露光装置において、レーザ光源2の直後にフィルタ装置3を位置させ、光源2からのパルス光が照明光学系4に入射する前に必要な光量に減光できるため、照明光学系を構成する光学要素には過剰なエネルギーを持つパルス光が照射されず、光学要素の照度劣化を防止することができる。

【0025】また、レーザ光の照射による照度劣化がおよぶ範囲をレーザ光源近傍のフィルタ装置3の部分に限定でき、床下に配置されるレーザ光源2近傍の比較的作業の容易な部分のみを交換する構成となるので、メンテナンス性の向上が達成できる。また、通常、露光装置本体1はクリーンルーム等の環境が高度に清浄にされた場所に設置され、メンテナンスはこれらの清浄な環境を汚染させ易いが、この実施の形態の露光装置によれば、従来の装置と比べて、クリーンルーム内での照明光学系のメンテナンスの必要性を低減させることができるので、クリーンルームの清浄度維持の観点からも好ましい。

【0026】また、照明光学系4のレンズ6、6'等には、パルス光が短波長であるので、石英または蛍石を用いているが、本実施の形態によれば、これらの高価な材料からなる光学要素の耐久性を向上させることができるので、コストの面からも効果的である。また、エキシマレーザを光源としているので、パワーの強い光が光源から射出するが、照明光学系に入射する前に減光するため、エキシマレーザを採用したことの問題は解消される。なお、エキシマレーザには最適な出力パワーがあり、レーザ光の過剰エネルギー低減のためレーザ自体の出力パワーを低下させることは好ましくない。

【0027】また、エキシマレーザ光の波長は紫外域であり、可視域外のため目に見えずメンテナンスの際の調整が困難になるが、本実施の形態の構成によれば、照明光学系の光学要素のライフサイクルが長くなり、メンテ

ナンスの時期的間隔が長くなり好ましい。

【0028】次に、図3によりNDフィルタ装置の変形例を説明する。図3に示すフィルタ装置23は、レーザ光源2の光軸p上にくさび形状をした一对のほぼ相似形状のくさび状部材23a、23bを光軸pに対して垂直方向に配置し、各部材23a、23bを図の上下方向vに移動機構（図示省略）により移動させて、くさび状部材23aと23bとの間の距離dを変えることができるように構成したものである。一对のくさび状部材23a、23bはNDフィルタを構成し、その間隔dを変化させることにより、NDフィルタの光透過率を連続的に変えることができる。制御系11からの指令に基づいて移動機構（図示省略）を駆動して所定の光透過率になるように各くさび状部材23a、23bをv方向に移動させることができる。

【0029】次に、図4によりNDフィルタ装置の別の変形例を説明する。図4に示すフィルタ装置33は、円盤状のNDフィルタ33bが回転軸33aを中心に回転手段（図示省略）により回転することができるように構成されている。図のようにレーザ光源の光軸pが回転軸33aから離間するようにフィルタ装置33が設置される。レーザ光源からパルス光が射出されている間、回転軸33aがNDフィルタ33bを例えば図のn方向に回転させると、NDフィルタ33bはその面上で光軸pに対して破線で示す円mのような軌跡を描いて回転する。このため、レーザ光源からのパルス光がNDフィルタの一部しか通らず部分的に悪化してしまうことはなく、NDフィルタ自体の耐久性を向上させることができる。なお、NDフィルタ33bの回転制御は図1の制御系11からの指示に基づいて行うことができる。また、図4のフィルタ装置33の機構を図2または図3に示したフィルタ装置に備えさせてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、減光手段を照明光学系に前置して光源側に配置したので、照明光学系の光学要素の劣化を防止できるとともに、メンテナンスの際の部品交換を容易にできる構成が可能となるメンテナンス性のよい露光装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施の形態の露光装置の全体を示す概略図である。

【図2】図1に示すフィルタ装置の正面図（a）及び側面図（b）である。

【図3】フィルタ装置の変形例を示す側面図である。

【図4】フィルタ装置の別の変形例を示す側面図である。

【符号の説明】

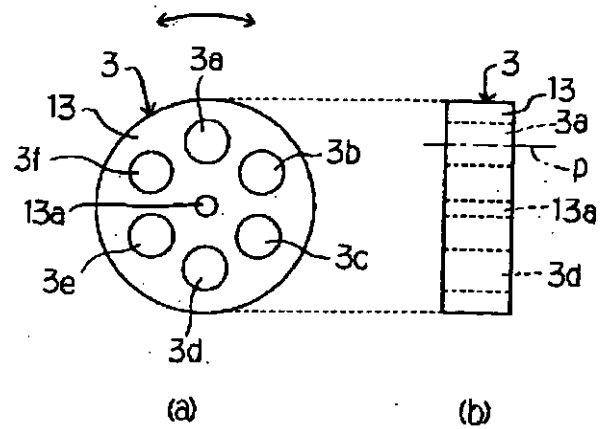
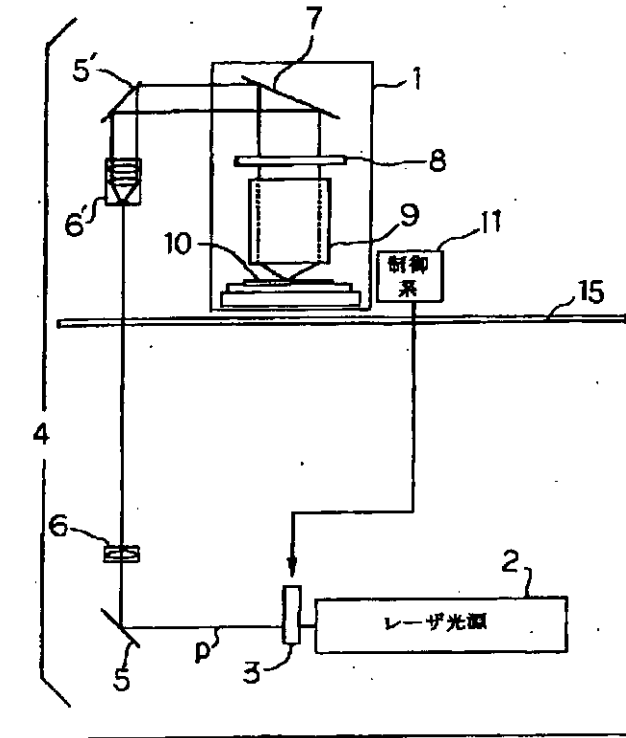
1	露光装置本体
2	レーザ光源
3, 23, 33	フィルタ装置

3a~3f	NDフィルタ	8
23a, 23b, 33b	NDフィルタ	9
4	照明光学系	10
5, 5'	ミラー	11
6, 6'	レンズ	15
7	ダイクロイックミラー	p

マスク
投影光学系
ウェハ (感光基板)
制御系
床
レーザ光源の光軸

【図1】

【図2】



【図3】

【図4】

